

10/587345

IAP5 Rec'd PCT/PTO 25 JUL 2006

COPY OF (GERMAN LANGUAGE) PCT APPLICATION  
PCT/DE2005/001206 AS FILED 7 JULY 2005

Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine  
sowie Gasturbine

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Gasturbine.

Als Flugtriebwerke ausgebildete Gasturbinen verfügen über mindestens einen Verdichter, mindestens eine Brennkammer sowie mindestens eine Turbine. Aus dem Stand der Technik sind Flugtriebwerke bekannt, die einerseits drei stromaufwärts der Brennkammer positionierte Verdichter sowie drei stromabwärts der Brennkammer positionierte Turbinen aufweisen. Bei den drei Verdichtern handelt es sich um einen Niederdruckverdichter, einen Mitteldruckverdichter sowie einen Hochdruckverdichter. Bei den drei Turbinen handelt es sich um eine Hochdruckturbine, eine Mitteldruckturbine sowie eine Niederdruckturbine. Nach dem Stand der Technik sind die Rotoren von Hochdruckverdichter und Hochdruckturbine, von Mitteldruckverdichter und Mitteldruckturbine sowie von Niederdruckverdichter und Niederdruckturbine durch jeweils eine Welle miteinander verbunden, wobei die drei Wellen einander konzentrisch umschließen und demnach ineinander verschachtelt sind.

Bricht zum Beispiel die den Mitteldruckverdichter sowie die Mitteldruckturbine verbindende Welle, so kann der Mitteldruckverdichter der Mitteldruckturbine keine Arbeit bzw. Leistung mehr entnehmen, wodurch sich dann eine Überdrehzahl an der Mitteldruckturbine einstellen kann. Ein solches Durchdrehen der Mitteldruckturbine muss vermieden werden, da hierdurch das gesamte Flugtriebwerk beschädigt werden kann. Aus Sicherheitsgründen muss demnach ein Wellenbruch an einer Gasturbine sicher detektierbar sein, um bei Auftreten eines Wellenbruchs eine Brennstoffzufuhr zur Brennkammer zu unterbrechen. Eine derartige Detektion eines Wellenbruchs bereitet insbesondere dann Schwierigkeiten, wenn die Gasturbine, wie oben beschrieben, drei sich konzentrisch umschließende und damit ineinander verschachtelte Wellen aufweist. In diesem Fall bereitet vor allem die Detektion eines Wellenbruchs der mittleren Welle, welche die Mitteldruckturbine mit dem Mitteldruckverdichter koppelt, Schwierigkeiten.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine zu schaffen.

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 852 134 US  
JULY 25 2006

Dieses Problem wird durch eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine im Sinne von Patentanspruch 1 gelöst. Im Sinne der Erfindung wird eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer ersten Turbine, insbesondere einer Mitteldruckturbine, einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, vorgeschlagen, wobei stromabwärts der ersten Turbine eine zweite Turbine, insbesondere eine Niederdruckturbine, positioniert ist, mit einem zwischen dem Rotor der ersten Turbine und einem Stator der zweiten Turbine, gegenüber einem Strömungskanal radial innenliegend positionierten Betätigungselement, und mit einem in dem Stator der zweiten Turbine geführten Sensorelement, um einen vom radial innenliegend positionierten Betätigungselement detektierten Wellenbruch in ein elektrisches Signal zu wandeln und um dieses elektrische Signal an ein Schaltelement zu übertragen, welches gegenüber dem Strömungskanal radial außenliegend an einem Gehäuse der Gasturbine positioniert ist.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird demnach eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs mit einem mechanischen Betätigungselement vorgeschlagen, welches gegenüber einem Strömungskanal der Gasturbine radial innenliegend zwischen einem Rotor und einem Stator von zwei aneinandergrenzenden Turbinen positioniert ist. Mit Hilfe des Betätigungselements ist ein Wellenbruch der stromaufwärts positionierten Turbine detektierbar, wobei bei einem Wellenbruch das Betätigungselement axial verschoben wird und auf das Sensorelement trifft. Das Sensorelement ist vorzugsweise als Aufschlagsensor ausgebildet, dessen Struktur bei Auftreffen des Betätigungselements auf das Sensorelement verändert wird und der so ein den Wellenbruch repräsentierendes, elektrisches Signal erzeugt. Das Sensorelement ist im Stator der stromabwärts positionierten Turbine geführt und leitet das den Wellenbruch repräsentierende elektrische Signal radial nach außen an ein Schaltelement. Das Sensorelement ist bei montierter Gasturbine in radialer Richtung aus derselben herausziehbar. Hierdurch ist gewährleistet, dass bei montierter Gasturbine alle elektrischen Komponenten der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs ohne die Notwendigkeit des Zerlegens der Gasturbine leicht zugänglich sind. Das Sensorelement kann in radialer Richtung einfach aus der montierten Gasturbine herausgezogen werden, das Schaltelement ist radial außenliegend am Gehäuse der Gasturbine positioniert.

Insofern können ohne großen Wartungsaufwand sämtliche elektrischen Baugruppen der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs inspiziert bzw. gewartet werden. Sämtliche nur bei Zerlegen der Gasturbine zugängliche Baugruppen der erfindungsgemäßen Einrichtung zur

Detektion eines Wellenbruchs, so z. B. das Betätigungselement, sind rein mechanisch ausgeführt, sehr zuverlässig und müssen daher weniger häufig gewartet werden wie die elektrischen bzw. elektronischen Baugruppen.

Die erfindungsgemäße Gasturbine ist im unabhängigen Patentanspruch 9 definiert.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen ausschnittsweisen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Gasturbine, nämlich ein Flugtriebwerk, im radial innenliegenden Bereich zwischen einem Rotor einer Mitteldruckturbine 10 und einem Stator einer Niederdruckturbine 11. Vom Rotor der Mitteldruckturbine 10 ist eine Rotorscheibe 12 des in Strömungsrichtung (Pfeil 15) gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 dargestellt; vom Stator der Niederdruckturbine 11 ist eine radial innenliegende Dichtungsstruktur 13 eines in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 gezeigt. Die Dichtungsstruktur 13 umfasst Wabendichtungen 14 einer sogenannten „inner air seal“ Dichtung.

Die Strömungsrichtung durch die Gasturbine ist in Fig. 1 durch einen Pfeil 15 visualisiert. Der Stator der Niederdruckturbine 11 ist demnach stromabwärts des Rotors der Mitteldruckturbine 10 positioniert. Dabei grenzt der in Strömungsrichtung gesehen erste bzw. vorderste Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 an den in Strömungsrichtung gesehen letzten bzw. hintersten Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 an. Stromaufwärts der Mitteldruckturbine 10 ist vorzugsweise eine Hochdruckturbine positioniert.

Wie bereits erwähnt, sind bei derartigen Gasturbinen, die drei Turbinen sowie drei Verdichter aufweisen, die Rotoren von Hochdruckturbine sowie Hochdruckverdichter, Mitteldruckturbine sowie Mitteldruckverdichter sowie

Niederdruckturbine und Niederdruckverdichter durch jeweils eine Welle miteinander verbunden, wobei diese drei Wellen sich einander konzentrisch umschließen und damit ineinander verschachtelt sind. Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine bereitzustellen, die sich insbesondere zur Detektion eines Wellenbruchs der den Mitteldruckturbinenrotor mit dem Mitteldruckverdichterroter verbindenden Welle eignet. Bricht nämlich diese Welle, so kann der Mitteldruckverdichter der Mitteldruckturbine keine Arbeit bzw. Leistung mehr entnehmen, was zu einem Überdrehen der Mitteldruckturbine führen kann. Da ein derartiges Überdrehen der Turbine zu schweren Beschädigungen des Flugtriebwerks führen kann, muss ein Wellenbruch sicher detektiert werden.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, zwischen den Rotor der Mitteldruckturbine 10 und den Stator der Niederdruckturbine 11 ein Betätigungselement 16 zu positionieren, wobei das Betätigungselement 16 im gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen dem in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 und dem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 positioniert ist. Das Betätigungselement 16 ist dabei gegenüber einem Strömungskanal radial innenliegend innerhalb der Gasturbine benachbart zu der Rotorscheibe 12 des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 positioniert.

Gemäß Fig. 1 ist das Betätigungselement 16 axial ausgerichtet und in der als Dichtungsträger dienenden Dichtungsstruktur 13 geführt. Hierzu ist in die Dichtungsstruktur 13 eine Bohrung mit einem Innengewinde eingebracht, wobei eine Mutter 17 mit einem entsprechenden Außengewinde in der Bohrung der Dichtungsstruktur 13 befestigt ist. Die Mutter 17 verfügt ihrerseits über eine mittige Bohrung, in welcher das Betätigungselement 16 in axialer Richtung verschiebbar geführt ist.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, wird das in der Mutter 17 in axialer Richtung verschiebbar gelagerte bzw. geführte Betätigungselement 16 in axialer Position über einen abscherbaren Stift 18 fixiert. Der abscherbare Stift 18 erstreckt sich im Wesentlichen in radialer Richtung von radial außen durch die Mutter 17 und ragt in eine entsprechende Öffnung innerhalb des Betätigungselements 16 hinein. Durch den abscherbaren Stift 18 und die dadurch bewirkte axiale Fixierung des Betätigungselements 16 wird sichergestellt, dass sich während des normalen bzw. regulären Betriebs der Gasturbine keine axiale Verschiebung des Betätigungselements 16 einstellt.

Wie Fig. 1 weiterhin entnommen werden kann, ist zwischen der Dichtungsstruktur 13 und der Mutter 17 eine Unterlegscheibe 19 angeordnet. Über die Dicke dieser Unterlegscheibe 19 lässt sich ein Abstand zwischen der Rotorscheibe 12 und einem der Rotorscheibe 12 benachbarten Ende 20 des Betätigungselements 16 einstellen.

Neben dem Betätigungselement 16 verfügt die erfindungsgemäße Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs über ein Sensorelement 21. Das Sensorelement 21 ist als Aufprallsensor bzw. Aufschlagsensor bzw. Impact-Sensor ausgebildet und wirkt mit einem dem Ende 20 gegenüberliegenden Ende 22 des Betätigungselements 16 derart zusammen, dass dann, wenn das zweite Ende 22 des Betätigungselements 16 auf das Sensorelement 21 in Folge eines Wellenbruchs auftrifft, das Sensorelement 21 ein den Wellenbruch repräsentierendes elektrisches Signal erzeugt, um dieses elektrische Signal an ein radial außen an einem Gehäuse der Gasturbine positioniertes Schaltelement zu übertragen. Das Sensorelement 21 ist im Stator der Niederdruckturbine 11 geführt und in radialer Richtung aus dem Stator der Niederdruckturbine 11 entnehmbar.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, ist das radial innenliegende Ende des Sensorelements 21 in einer Aufnahme 23 geführt, wobei die Aufnahme 23 über einen Träger 24 an der Dichtstruktur 13 befestigt ist. Fig. 1 kann entnommen werden, dass der Träger 23 über eine Nietverbindung 25 mit der Dichtungsstruktur 13 fest verbunden ist. Die vom Träger 24 gehaltene Aufnahme 23 verfügt im Bereich des Endes 22 des Betätigungselements 16 über eine Öffnung, damit das Betätigungselement 16 im Falle eines Wellenbruchs in Richtung auf das Sensorelement 21 bewegt werden kann.

Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Einrichtung zu der Detektion eines Wellenbruchs bzw. die entsprechende Gasturbine in einer Anordnung, die dem regulären bzw. normalen Betrieb einer Gasturbine entspricht. Das Betätigungselement 16 ist in seiner axialen Verschiebbarkeit durch den abscherbaren Stift 18 fixiert. Tritt nun ein Wellenbruch an der Welle auf, welche die Mitteldruckturbine 11 mit einem nicht dargestellten Mitteldruckverdichter verbindet, so kann der Mitteldruckverdichter der Mitteldruckturbine 10 keine Arbeit bzw. Leistung mehr entnehmen und es kann sich ein Durchdrehen der Mitteldruckturbine 10 einstellen. Aufgrund der Druckverhältnisse an der Mitteldruckturbine 10 wird bei einem derartigen Wellenbruch der Rotor, nämlich die in Fig. 1 dargestellte Rotorscheibe 12 des in Strömungsrichtung letzten bzw. hintersten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10, nach hinten bzw. in Richtung des Pfeils 15 bewegt, so

dass die Rotorscheibe 12 auf dem Ende 20 des Betätigungselements 16 aufschlägt. Hierdurch wird dann der Stift 18, welcher der axialen Fixierung des Betätigungselements 16 dient, abgesichert und das Betätigungselement 16 wird in Richtung des Pfeils 15 auf das Sensorelement 21 bewegt, so dass das Ende 22 des Betätigungselements 16 auf dem Sensorelement 21 aufschlägt. Hierbei wird die Struktur des Sensorelements 21 derart verändert, dass ein den Wellenbruch repräsentierendes, elektrisches Signal vom Sensorelement 21 erzeugt wird. Dieses kann dann radial nach außen in Richtung auf ein Schaltelement weitergeleitet werden, welches letztendlich dann bei einem Wellenbruch die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer unterbricht.

Das als Aufschlagsensor bzw. Impact-Sensor ausgebildete Sensorelement 21 verfügt vorzugsweise über einen in einen keramischen Grundkörper integrierten, elektrischen Schaltkreis, dessen Struktur bzw. Integrität vom Schaltelement überwacht wird. Schlägt das Betätigungselement 16 aufgrund eines Wellenbruchs in den keramischen Grundkörper des Sensorelements 21 ein, so wird dieser zerstört und der in den keramischen Grundkörper integrierte Schaltkreis unterbrochen. Die sich hierbei einstellende Änderung des vom Sensorelement 21 bereitgestellten Signals repräsentiert einen Wellenbruch und kann auf einfache Art und Weise vom Schaltelement ausgewertet bzw. weiterverarbeitet werden, um letztendlich die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer zu unterbrechen.

Wie bereits erwähnt, ist das Sensorelement 21 im Stator der Niederdruckturbine 11 derart geführt, dass das Sensorelement 21 in radialer Richtung aus dem Stator herausgezogen werden kann. Das Herausziehen des Sensorelements 21 in radialer Richtung aus dem Stator, insbesondere einer Leitschaufel eines Leitschaufelkranzes, der Niederdruckturbine 11 kann bei montiertem bzw. zusammengebautem Gastriebwerk durchgeführt werden. Hierdurch ist es möglich, das Sensorelement 21 ohne großen Aufwand einer Inspektion bzw. Wartung zu unterziehen. Sämtliche elektrischen bzw. elektronischen Baugruppen der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs sind demnach ohne großen Montageaufwand zugänglich. Die übrigen, nur bei demontierter Gasturbine zugänglichen Baugruppen der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs, so z. B. das Betätigungselement 16, sind rein mechanisch ausgeführt, sehr robust und müssen daher weniger häufig inspiziert bzw. gewartet werden, wie die elektrischen bzw. elektronischen Baugruppen derselben.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer ersten Turbine (10), insbesondere einer Mitteldruckturbine, einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, wobei stromabwärts der ersten Turbine (10) eine zweite Turbine (11), insbesondere eine Niederdruckturbine, positioniert ist, mit einem zwischen dem Rotor der ersten Turbine (10) und einem Stator der zweiten Turbine (11), gegenüber einem Strömungskanal radial innenliegend positionierten Betätigungselement (16), und mit einem in dem Stator der zweiten Turbine (11) geführten Sensorelement (21), um einen vom radial innenliegend positionierten Betätigungselement (16) detektierten Wellenbruch in ein elektrisches Signal zu wandeln und dieses elektrische Signal an ein Schaltelement zu übertragen, welches gegenüber dem Strömungskanal radial außenliegend an einem Gehäuse der Gasturbine positioniert ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (16) zwischen einem in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranz der ersten Turbine (10) und einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der zweiten Turbine (11) positioniert ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (16) radial innenliegend benachbart zu einer Rotorscheibe (12) des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der ersten Turbine (10) positioniert ist.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (16) in einer radial innenliegenden Dichtungsstruktur (13) des Stators der zweiten Turbine (11) in axialer Richtung bzw. in Strömungsrichtung geführt ist, wobei das Betätigungselement (16) über einen abscherbaren Stift (18) in axialer Richtung fixiert ist.

5. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (21) im Stator der zweiten Turbine (11) in radialer Richtung geführt und in radialer Richtung aus dem Stator der zweiten Turbine (11) entnehmbar ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (21) in einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der zweiten Turbine (11) geführt ist.
7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (21) an einem radial innenliegenden Ende mit dem Betätigungselement (16) derart zusammenwirkt, dass bei einem Wellenbruch das Betätigungselement (16) unter Abscherung des Stifts (18) auf das Sensorelement (21) bewegt wird und auf demselben auftrifft, wobei das Sensorelement (21) hieraus ein den Wellenbruch repräsentierendes, elektrisches Signal erzeugt.
8. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (21) als Aufschlagsensor ausgebildet ist, dessen Struktur beim Auftreffen des Betätigungselements (16) auf denselben verändert wird.
9. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk, mit mindestens zwei Verdichtern, mindestens einer Brennkammer, und mindestens zwei Turbinen, und mit einer Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer ersten Turbine (10), insbesondere einer Mitteldruckturbine, wobei stromabwärts der ersten Turbine eine zweite Turbine (11), insbesondere eine Niederdruckturbine, positioniert ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Rotor der ersten Turbine (10) und einem Stator der zweiten Turbine (11), gegenüber einem Strömungskanal radial innenliegend, ein Betätigungselement (16) positioniert ist, und dass in dem Stator der zweiten Turbine (11) ein Sensorelement (21) geführt ist, um einen vom radial innenliegend positionierten Betätigungselement (16) detektierten Wellenbruch in ein elektrisches Signal zu wandeln und dieses elektrische Signal an ein Schaltelement zu über-



tragen, welches gegenüber dem Strömungskanal radial außenliegend an einem Gehäuse der Gasturbine positioniert ist.

10. Gasturbine nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Betätigungselement (16) zwischen einem in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranz des ersten Turbine (10) und einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der zweiten Turbine (11) positioniert ist.
11. Gasturbine nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Betätigungselement (16) radial innenliegend benachbart zu einer Rotorscheibe (12) des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der ersten Turbine (10) positioniert ist.
12. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Betätigungselement (16) in einer radial innenliegenden Dichtungsstruktur (13) des Stators der zweiten Turbine (11) in axialer Richtung bzw. in Strömungsrichtung geführt ist, wobei das Betätigungselement (16) über einen abscherbaren Stift (18) in axialer Richtung fixiert ist.
13. Gasturbine einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (21) im Stator der zweiten Turbine (10) in radialer Richtung geführt und in radialer Richtung aus dem Stator der zweiten Turbine (10) entnehmbar ist.
14. Gasturbine nach Anspruch 13  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (21) in einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der zweiten Turbine (11) geführt ist.
15. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (21) an einem radial innenliegenden Ende mit dem Betätigungselement (16) derart zusammenwirkt, dass bei einem Wellenbruch das Betätigungselement (16) unter Abscherung des Stifts (18) auf das Sensorelement (21) bewegt wird und auf demselben auf-

trifft, wobei das Sensorelement (21) hieraus ein den Wellenbruch repräsentierendes, elektrisches Signal erzeugt.

16. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (21) als Aufschlagsensor ausgebildet ist, dessen Struktur beim Auftreffen des Betätigungselements (16) auf denselben verändert wird.

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung ~~zur Einrichtung~~ zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer ersten Turbine (10), insbesondere einer Mitteldruckturbine, einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, wobei stromabwärts der ersten Turbine (10) eine zweite Turbine (11), insbesondere eine Niederdruckturbine, positioniert ist, mit einem zwischen dem Rotor der ersten Turbine (10) und einem Stator der zweiten Turbine (11), gegenüber einem Strömungskanal radial innenliegend positionierten Betätigungselement (16), und mit einem in dem Stator der zweiten Turbine (11) geführten Sensorelement (21), um einen vom radial innenliegend positionierten Betätigungselement (16) detektierten Wellenbruch in ein elektrisches Signal zu wandeln und dieses elektrische Signal an ein Schaltelement zu übertragen, welches gegenüber dem Strömungskanal radial außenliegend an einem Gehäuse der Gasturbine positioniert ist.

(Fig. 1)

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 852 134 US  
JULY 25 2006